

PEMBUATAN GENTENG BERSERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Tarkono^{1*}, Nandang²

Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung
Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Universits Lampung

Email: *tarkono70@gmail.com

ABSTRACT

The utilization of oil empty bunches palm (EFBP) is limited, while the supply of EFBP is abundant. The most utilization of EFBP is in agriculture, while EFBP fibers have the opportunity to be developed in the field of engineering, for example as a composite material reinforcement material. In the construction field, EFBP fibers can contribute as a mixture of substances for cement tile products. The purpose of adding fiber is to distribute the stress on fibrous cement roof tiles. With evenly distributed stress, the strength of the tile will be higher. The production process of EFBP fibrous cement board is carried out without combustion, with materials in the form of portland cement, marble powder, CaCo3 powder and EFBP fiber and water. Based on the mechanical test that the fibrous EFBP tile can still be applied as a roof, this is evidenced by the majority of its mechanical properties meeting SNI standards. However, fibrous EFBP roof tiles have a flame spread value of 61.5 which means that they still need to be repaired so that the tile is not flammable. Thus, EFBP fibers can be used as an alternative fiber cement tile in order to improve product quality.

Keywords: cement tile , fibre, EFBP

ABSTRAK

Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) masih sangat terbatas, sementara persediaan TKKS masih sangat melimpah. Pemanfaatan TKKS yang paling banyak adalah dalam bidang pertanian, sementara serat TKKS mempunyai peluang untuk dikembangkan dalam bidang keteknikan, misalnya sebagai bahan penguat material komposit. Dalam bidang konstruksi, serat TKKS dapat berkontribusi sebagai substansi bahan campuran untuk produk genteng semen. Tujuan dari penambahan serat adalah untuk mendistribusikan tegangan pada genteng semen berserat TKKS. Dengan distribusi tegangan yang merata maka kekuatan genteng akan semakin tinggi. Proses produksi papan semen berserat TKKS dilakukan dengan tanpa pembakaran, dengan bahan-bahan berupa semen portland, serbuk marmer, serbuk CaCo3 dan serat TKKS serta air. Berdasarkan uji mekanik bahwa genteng berserat TKKS masih dapat diaplikasikan sebagai atap rumah, hal ini dibuktikan dengan sebagian besar sifat mekaniknya memenuhi standar SNI. Namun genteng berserat TKKS mempunyai nilai rambat api (*flame spread*) sebesar 61,5 artinya masih perlu diperbaiki sehingga genteng tidak mudah terbakar. Dengan demikian serat TKKS dapat dijadikan sabahgai serat alternatif genteng semen dalam rangka meningkatkan mutu produk.

Kata kunci: genteng semen , serat , TKKS

PENDAHULUAN

Eksplorasi material baru dewasa ini berkembang sangat pesat. Salah satunya adalah pembuatan papan semen berserat alam. Penggunaan produk papan semen berserat dewasa ini banyak digemari masyarakat. Papan semen berserat hadir untuk mengatasi kelemahan papan gypsum yang tidak

tahan terhadap air, jamur, benturan keras, juga rayap dan api (terutama kertasnya), atau papan triplek yang tidak ramah lingkungan karena berhubungan langsung dengan kelestarian hutan. Papan semen diawali dengan penguat dari asbes yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Kemudian menggunakan kain majun sebagai

pengganti asbes, namun terjadi masalah sebab adanya faktor ketergantungan dengan industri tekstil. Dengan perkembangan jaman papan semen berserat mulai bergeser ke serat gelas (GRC board). Serat gelas merupakan serat sintetis yang memiliki kelebihan namun harus diimport sehingga harganya cukup mahal. Kemudian peneliti ingin mengganti serat sintetis dengan serat alam yang persediaannya sangat melimpah. Material yang dimaksud adalah serat yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang merupakan limbah pabrik kelapa sawit.

Produksi kelapa sawit di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang signifikan, pada tahun 2010 mencapai 21.958.120 ton, tahun 2011 mencapai 23.096.541 ton, tahun 2012 mencapai 26.015.518, tahun 2013 mencapai 27.782.004, tahun 2014 mencapai 29.344.479 dan tahun 2015 mencapai 30.948.931 [3]. Setiap pengolahan kelapa sawit akan menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 23%, cangkang sebanyak 8%, serat sebanyak 12% dan limbah cair sebanyak 66% [1]. Dengan meningkatnya produksi berarti meningkat juga jumlah limbahnya dan tidak menutup kemungkinan akan menimbulkan masalah lingkungan.

Jumlah limbah TKKS cukup besar hampir sama dengan jumlah produksi minyak sawit mentah. TKKS yang tidak tertangani dapat menyebabkan permasalahan pabrik karena dapat menimbulkan bau busuk dan tempat bersarangnya serangga contohnya lalat. Limbah TKKS sampai saat ini paling banyak digunakan sebagai pupuk organik, makanan ternak dan media jamur [16]. Sementara di bidang keteknikan baru sebatas penelitian. Selama lima tahun belakangan ini peneliti sedang memanfaatkan serat TKKS sebagai bahan penguat papan semen untuk keperluan konstruksi rumah.

Genteng semen berserat TKKS merupakan salah satu aplikasi dari serat TKKS dalam bidang keteknikan. Kebutuhan genteng meningkat seiring pertumbuhan pembangunan rumah tinggal. Dengan bertambah jumlah penduduk maka kebutuhan tempat tinggal juga meningkat. Perkembangan pembangunan tempat tinggal akan mengikuti perkembangan teknologi bahan. Namun kadang-kadang perkembangan teknologi bahan tidak mempertimbangkan faktor ergonomisnya. Saat ini sedang marak penggunaan konstruksi atap baja ringan. Atap baja ringan memiliki kelemahan dalam meredam suara. Ketika terjadi hujan maka suara bising akan terdengar semakin kuat. Jika bicara masalah daya redam atap terhadap kebisingan, maka sebenarnya atap yang paling nyaman untuk rumah tinggal berupa atap genteng beton. Atap genteng beton memiliki kekuatan yang sangat tinggi dibandingkan dengan jenis genteng yang lainnya.

Genteng beton tahan terhadap beban yang berat sehingga genteng dapat menahan orang yang berada di atasnya. Namun kelemahan genteng beton adalah terletak pada beratnya. Sehingga konstruksi yang menopangnya juga harus kuat. Konstruksi yang kuat tentu akan dipilih bahan yang kuat. Penggunaan bahan yang kuat akan berimbas pada harga konstruksi yang mahal. Maka dari itu perlu dicarikan solusinya agar didapatkan genteng kuat akan tetapi bobotnya ringan dan dapat meredam suara.

Upaya untuk mengurangi permasalahan berat pada genteng beton adalah dengan cara rekayasa bahan. Salah satu rekayasa bahan adalah dengan substitusi bahan lain sehingga genteng menjadi relatif lebih ringan dibandingkan dengan genteng beton. Penambahan serat TKKS pada genteng adalah upaya untuk memperbaiki kualitas genteng. Dengan penambahan serat TKKS ke dalam genteng dapat menurunkan beratnya sebesar 15,2% [15]. Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan genteng adalah faktor berat, faktor kekuatan, faktor daya serap air, faktor kemampuan meredam panas, faktor kemampuan menghambat api jika terjadi kebakaran.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan utama dari genteng berserat TKKS adalah semen portland, serbuk CaCO_3 , limbah gergajian batu marmer berupa powder, dan serat TKKS. Serat TKKS dibuat dengan cara menyisir TKKS yang baru keluar dari rebusan pabrik kelapa sawit, sehingga diperoleh serat yang masih segar. Serat dicacah dengan panjang 5 cm, kemudian direndam dalam larutan direndam dalam larutan NaOH untuk menghilangkan sisa-sisa zat lemak. Hasil rendaman dicuci kemudian dikeringkan pada terik matahari. Bahan-bahan tersebut dicampur menjadi satu dengan ditambahkan air secukupnya sehingga berbentuk pasta.

Tabel 1. Komposisi bahan genteng beserat TKKS

Bahan	%KI	%K2	%K3	%K4
Semen	35	40	45	50
CaCO_3	20	20	20	20
Serbuk Marmer	30	25	20	15
Serat TKKS	15	15	15	15

Proses pencetakan eternit dilakukan cetakan dengan cara manual ke dalam cetakan. Sebelum adonan dituangkan, cetakan olesi

dengan pelumas untuk menghindari terjadinya lengket antara genteng dan cetakan. Campuran semen kering ditaburkan di atas cetakan secara tipis dan rata, hal ini bertujuan agar permukaan genteng halus. Pasta dituangkan kira-kira setengah dari tebal genteng. Kemudian dibeberkan serat TKKS secara merata yang diikuti lapisan pasta berikutnya dan dilakukan pengepresan secara manual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

TKKS merupakan limbah pabrik kelapa sawit yang sangat potensial untuk dikembangkan nilai kemanfaatannya. Limbah tersebut merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit sekitar 23%. Kandungan utama TKKS adalah selulosa dan lignin. Selulosa dalam TKKS mencapai 54-60 %, sedangkan kandungan lignin mencapai 22-27 % [5].

Tabel 2. Komposisi kimiawi TKKS

Komponen	% berat kering
Abu	6,04
Lignin	15,70
Selulosa	36,81
Hemiselulosa	27,01

Sumber : [5].

Pengolahan limbah pabrik kelapa sawit yang dilakukan secara menyeluruh dapat menghindari dan menanggulangi bahaya limbah. Penanganan limbah yang tidak tuntas akan berpotensi terjadinya pencemaran di lingkungan pabrik. Berdasarkan data bahwa limbah pabrik kelapa sawit terbesar adalah berupa TKKS. Sampai saat ini pemanfaatan TKKS sebagian besar sebagai bahan organik seperti pakan ternak dan pupuk. Serat TKKS mengandung selulosa dan holoselulosa yang cukup tinggi sehingga layak dikembangkan dalam teknologi bahan, terutama bidang rekayasa bahan yang menggunakan semen portland. Efek penambahan serat TKKS dalam pembuatan bahan bangunan (beton) antara lain: ringan, kekuatan mekanik tinggi dan ramah lingkungan [17]. Serat TKKS juga berfungsi sebagai penguat untuk meningkatkan kekuatan tarik agar lebih daktil pada beton umumnya. Bahan yang terbuat dari smen portland pada umumnya sangat getas, dengan penambahan serat TKKS maka serat tersebut akan berfungsi sebagai sebagai penguat. Sehingga bahan tersebut dapat terhambat terjadinya perambatan retakan akibat beban maupun retak yang diakibatkan oleh panas. Serat TKKS yang digunakan dalam pembuatan genteng

memberikan prospek dalam penyediaan bahan bangunan yang murah dengan memanfaatkan *local resources* yang ramah lingkungan (*eco-friendly*) [4].

Meskipun bahan serat TKKS sangat banyak jumlahnya akan tetapi pemanfaatannya perlu ditinjau kembali terutama perilaku serat TKKS terhadap bahan yang lainnya. Dengan analisa yang mendalam diharapkan pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit tersebut dapat menambah nilai kemanfaatannya. Dalam rangka menganalisa peluang serat TKKS sebagai bahan penguat genteng perlu dilihat beberapa sifat mekaniknya.

Kemampuan genteng berserat TKKS menyerap air

Daya serap air merupakan sifat fisis suatu material yang menunjukkan kemampuan material tersebut dalam hal untuk menyerap air. Sifat dari material juga dipengaruhi oleh distribusi ukuran butiran penyusun material atau kehalusan dari butiran. Jika menggunakan material tersusun dari butiran yang berukuran besar maka tingkat porositas yang terjadi lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan ukuran butiran yang halus.

Dalam menentukan daya serap air dan bobot isi menggunakan SNI – 10-78 pada pasal 6 dengan menggunakan rumus sebagai berikut [6]

$$\text{Penyerapan air } PA = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\%$$

$$\text{Bobot isi} = \frac{mk}{mb - mc} \times 100\%$$

Dimana :

mk = massa kering (kg)

mb = massa setelah direndam selama 24 jam (kg)

mc = massa dalam air (kg)

Daya serap air papan semen berserat TKKS yang direndam selama 24 jam dengan persentase serat 5% mengalami peningkatan seiring dengan penambahan volume serat sampai 35%. Daya serap air terendah adalah 13,23% terjadi pada papan semen berserat TKKS sebanyak 5% dan daya serap air tertinggi adalah 27,35% terjadi pada eternit berserat TKKS sebanyak 30%. Jika papan berserat TKKS memiliki kerapatan yang tinggi maka material tersebut padat sehingga dapat menghalangi masuknya air. Pada eternit dengan 5% serat TKKS kerapatannya lebih tinggi dibandingkan dengan eternit yang berserat 30%. Besarnya daya serap air dipengaruhi oleh besar kecilnya diameter serat dan panjang serat yang digunakan. Semakin besar ukuran diameter dan panjang yang digunakan maka nilai pengembangan tebalnya juga akan semakin besar [12].

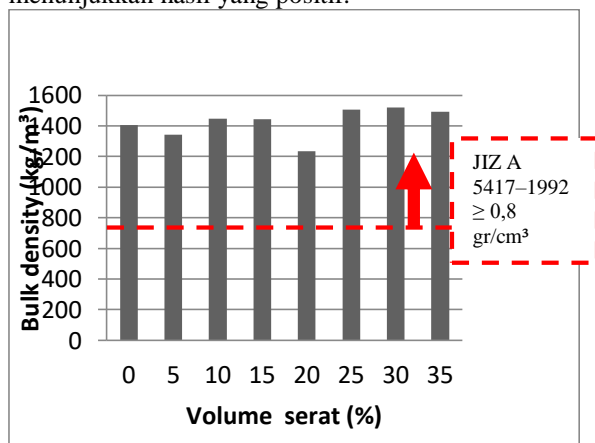
Genteng semen yang berpenguat serat TKKS akan memiliki rongga yang semakin

banyak seiring dengan peningkatan jumlah serat TKKS sehingga akan terbentuk struktur yang kurang padat. Struktur genteng yang berongga akan memudahkan air masuk ke dalam material. Sifat dari senyawa semen sebenarnya dapat menutupi permukaan serat yang pada akhirnya dapat menghambat penyerapan air. Namun serat harus terbebas dari lemak atau minyak sehingga akan terjadi ikatan tarik menarik antara semen dengan serat.

Meskipun secara umum dengan bertambahnya serat TKKS pada genteng akan mengakibatkan kenaikan daya serap air. Akan tetapi daya serap airnya tidak melebihi 20% sebagaimana yang dipersyaratkan dalam SNI 15-2094-2000 [6]. Dengan demikian genteng berserat TKKS dapat diaplikasikan sebagai genteng rumah. Perendaman serat dalam larutan NaOH akan membantu daya ikat antara matrik dengan serat.

Kerapatan genteng berserat TKKS

Kerapatan suatu zat merupakan perbandingan massa dan volume zat, sehingga nilai kerapatan dapat diukur melalui pengukuran massa dan volumenya. Namun, nilai kerapatan tidak bergantung pada massa zat atau volume zat tersebut. Kerapatan yang dimiliki oleh suatu material merupakan sifat yang penting dari suatu material. Berdasarkan standar JIS A 5417-1992 bahwa kerapatan yang harus dimiliki oleh suatu zat harus lebih besar atau sama dengan $0,8 \text{ gr/cm}^3$ [9]. Dari pengujian kerapatan material papan semen berserat TKKS menunjukkan bahwa dari semua variasi menunjukkan hasil yang positif.



Gambar 4. Grafik kerapatan eternit [14]

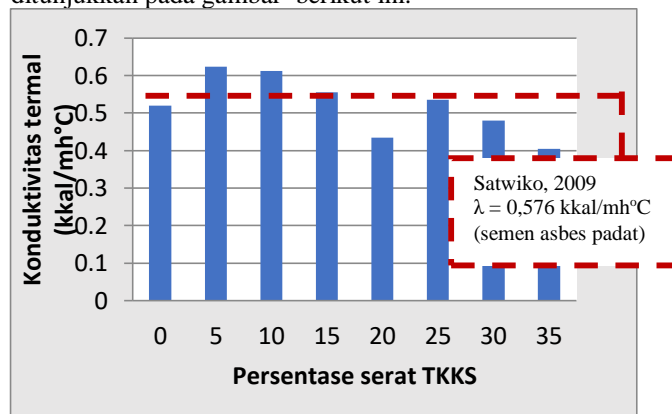
Kerapatan papan semen berserat TKKS dengan komposisi 20% serat merupakan jenis campuran yang memiliki kerapatan kecil yaitu $1233,7 \text{ kg/m}^3$, sedangkan dengan papan semen

dengan komposisi serat TKKS sebanyak 30% memiliki kerapatan paling besar yaitu 1519 kg/m^3 [14]. Secara umum terlihat bahwa dengan bertambahnya volume serat TKKS maka kerapatannya berfluktuasi, sedangkan kerapatannya paling tinggi terjadi pada konsentrasi 30% serat TKKS, hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut ikatan antara matrik dengan serat sangat baik. Dengan menggunakan serat aren menunjukkan bahwa ukuran partikel yang besar memiliki kerapatan yang rendah karena partikel dengan ukuran yang besar dapat mengakibatkan kontak yang lemah antara partikel dan semen sehingga menciptakan adanya rongga diantara partikel-partikel tersebut [10]. Sementara partikel yang lebih kecil terjadinya fenomena yang sebaliknya.

Dari grafik terlihat secara umum bahwa kerapatan papan semen berserat TKKS memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan standar yang ada. Papan semen yang diperkuat dengan serat TKKS sampai 35% masih memenuhi standar JIS A 5417-1992. Dengan demikian bahwa jika papan semen ini digunakan sebagai dasar pembuatan genteng berserat TKKS maka masih memungkinkan.

Konduktivitas panas genteng berserat TKKS

Konduktivitas panas suatu bahan adalah ukuran kemampuan bahan untuk menghantarkan panas (termal) [8]. Sesuai dengan literatur bahwa bahan yang memiliki nilai konduktivitas tinggi maka tergolong sebagai bahan yang konduktor yaitu penghantar panas yang baik, sedangkan yang memiliki nilai konduktivitas rendah disebut bahan yang isolator yaitu penghantar panas yang buruk. Sementara nilai konduktivitas untuk semen asbes padat adalah $0,576 \text{ kkal/mh}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas batu bata ringan $0,806 \text{ kkal/mh}^\circ\text{C}$ [11]. Dari pengujian papan semen berserat TKKS dengan konsentrasi 5% dan 10 % ternyata memiliki konduktivitas panas melebihi material semen berserat asbes. Akan tetapi dengan konsentrasi 15 % sampai 35% menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Konduktifitas termal papan semen berserat TKKS [13].

Dari gambar 5 menunjukkan bahwa semakin banyak kandungan serat TKKS pada papan semen, maka nilai konduktivitas panasnya semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa papan semen berserat TKKS memiliki konduktivitas termal lebih rendah dibandingkan dengan batu bata ringan. Bahkan jika dibandingkan dengan asbes semen padatpun papan semen berserat TKKS masih termasuk material yang memiliki konduktivitas panas rendah. Dengan demikian maka papan semen berserat TKKS merupakan material yang tidak dapat menghantarkan panas dengan baik (isolator). Sifat ini merupakan sifat yang menguntungkan jika digunakan sebagai material yang digunakan untuk penghambat panas. Atap merupakan salah satu bagian rumah yang fungsinya sebagai penghambat masuknya panas ke dalam rumah. Jika atap terbuat dari bahan yang bersifat isolator maka masuknya panas yang berasal dari sinar matahari ke dalam rumah akan dapat diminimalisir. Sebagaimana sifat yang dimiliki oleh papan semen berserat TKKS, bahwa material tersebut dapat berfungsi sebagai isolator panas [7]. Dengan demikian maka material papan semen berserat TKKS dapat diaplikasikan menjadi genteng untuk rumah.

Keteguhan genteng berserat TKKS

Keteguhan patah (*Modulus of Rupture*) disingkat MOR menyatakan ukuran kekuatan lentur statis suatu bahan dengan cara melihat beban maksimum yang dapat ditahan oleh bahan tersebut per satuan luas hingga bahan tersebut patah. MOR dari beton serat TKKS dengan variasi penambahan serat hingga 10 % volum adalah berkisar 2,12 – 2,95 MPa. Nilai tertinggi MOR beton serat adalah pada penambahan 6 % (volum) serat TKKS, yaitu sekitar 2,95 Mpa [4]. Berdasarkan penjelasan di atas bahwa MOR bahan beton berserat TKKS dengan penambahan volume serat TKKS lebih besar dari 6 – 10 % menyebabkan reaksi antara campuran air, semen dengan serat TKKS kurang baik dan cenderung berongga sehingga menurunkan nilai MOR beton berserat tersebut.

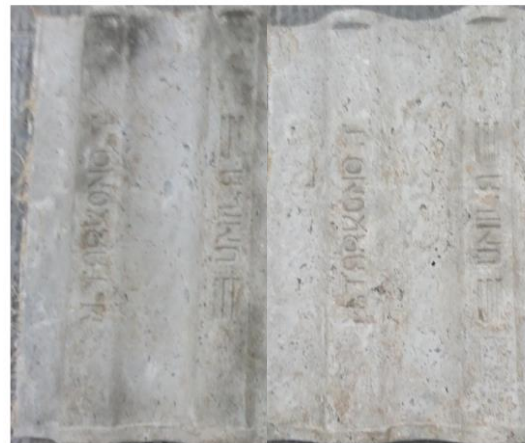
Dengan penambahan serat ke dalam papan semen dapat menghambat retak yang merambat hingga terjadinya keruntuhan. Aplikasi papan semen berserat TKKS dalam upaya meningkatkan mutu produk maka dibuatlah genteng semen berserat TKKS. Genteng berserat TKKS jika mendapatkan beban berlebih dan menimbulkan pecah maka serat yang ada di dalamnya akan menahan beban tersebut sehingga tidak terjadi berkeping-keping. Berikut adalah gambar pecahan genteng yang diperkuat dengan serat

TKKS. Meskipun genteng telah mengalami pecah berkeping-keping namun secara keseluruhan masih terikat menjadi satu.



Gambar 6. Pecahan Genteng berserat TKKS

Warna original genteng berserat TKKS sangat alami mengikuti warna bahan penyusunnya. Pada genteng masih terlihat guratan-guratan serat sehingga menambah keindahan.



Gambar 7. Bentuk genteng berserat TKKS

Sifat Penyebaran Api Genteng Berserat TKKS

Kemampuan bahan untuk menghambat penyebaran api sangat diperlukan dalam suatu konstruksi. Daya tahan api suatu material merupakan kemampuan dari suatu bahan atau material suatu konstruksi tertentu tanpa kehilangan fungsinya. Hasil uji genteng berserat TKKS yang dikalibrasi dengan hasil uji kayu oak merah diperlihatkan pada tabel 1 sampai dengan tabel 5 berikut ini :

Tabel 1. Hasil kalibrasi

	Kayu oak merah*	Lembaran fiber semen**	
Panjang nyala (flame length (L) dalam inchi	13	0	
Konstanta FS (k) = 100 (Lo-La)=100/(13-0) = 7,7			
Keterangan : * tebal 3 mm ** tebal 6 mm			

Tabel 2 . Hasil uji kalibrasi 2-foot flame tunnel

No	Nama sampel	Panjang nyala/flame length (L) inchi		
		Sampel ke-1	Sampel ke-2	Sampel ke-3
1	A	7	7	7
2	B	8	8	8
3	C	8	8	8

Tabel 3. Evaluasi data

No	Sampel	2-foot flame spread rating (FS x k)			Prediksi nilai FS E84		
		S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3
1	A	54	54	54	54,4	54,4	54,4
2	B	62	62	62	61,5	61,5	61,5
3	C	62	62	62	61,5	61,5	61,5

Tabel 4. Data tambahan

Nama sampel	Berat awal rata-rata (gram)	Berat akhir rata-rata (gram)	% bahan yang terbakar
Kode A	1112,00	1098,00	-1,26%
Kode B	1035,33	1004,67	-2,96%

Kode C	940,67	932,33	-0,89%
--------	--------	--------	--------

Tabel 5. Nilai prediksi penjaran api (*Flame Spread*)

No	Nama sampel	Prediksi nilai FS
1	Kode A	54,4
2	Kode B	61,5
3	Kode C	61,5

Faktor-faktor yang memberikan pengaruh terhadap nyala api harus diperhatikan dalam pemilihan material konstruksi. Permukaan material yang halus biasanya tidak akan menyebarkan api secepat permukaan lembut. Tebal bahan biasanya akan menyebarkan api lebih lambat daripada bahan tipis, studi menunjukkan bahwa penyebaran api pada bahan yang lebih tebal dari ¼ inci adalah ukuran standar bagi suatu bahan. Penyerapan panas oleh bahan cenderung mengurangi tingkat kecepatan pembakaran permukaan, jika ada kontak antara kedua permukaan. Kadar air dari suatu bahan juga dapat mempengaruhi tingkat penyebaran nyala api seperti pada bahan selulosa, proporsi kadar air yang terkandung didalamnya sangat mempengaruhi kecepatan penjaran api. Secara umum, material yang sulit terbakar akan ditunjukkan dengan tingkat penyebaran api yang rendah (tingkat penyebaran api dibawah 25). Contoh bahan-bahan tersebut adalah batu, kaca, sebagian besar logam, produk batu, ubin keramik, plester, produk asbes dan plesteran. Permukaan tipis berlapis dua atau tiga lapis seperti cat konvensional atau beberapa lapis *wallpaper* tidak akan menaikkan peringkat penyebaran nyala secara signifikan ketika ditempelkan pada material dengan tingkat penyebaran api dibawah 25. Terkecuali jika bahan pelapis yang sangat mudah terbakar seperti *nitrocellulose lacquers*. Secara substansial bahan yang mudah terbakar seperti kayu yang tidak diolah dan produk selulosa akan memiliki peringkat nyala api biasanya lebih besar dari 75. Bahan-bahan yang ada di alam ini memiliki tingkat penyebaran api yang berbeda beda. ASTM E84 mengklasifikasikan bahan ke dalam empat kelas [2]. Sebagaimana dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Kecepatan penyebaran api

Kelas	Kecepatan penyebaran
-------	----------------------

	(inci/menit)
Kelas I (A)	0 - 25
Kelas II (B)	26 - 75
Kelas III (C)	76 - 200
Kelas IV (D)	201 - 500

Sumber : [2]

Dari hasil uji penyebaran api genteng berserat TKKS menunjukkan bahwa genteng semen berserat TKKS memiliki tingkat penyebaran api antara 54,4 sampai 61,5. Jika merujuk pada referensi ASTM E84 bahwa material genteng berserat TKKS masuk kategori material kelas II atau kelas B dimana berkisar antar 26 sampai dengan 75. Material yang memiliki tingkat penyebaran api di bawah 75 dapat dikategorikan material yang tidak mudah terbakar. Akan tetapi jika dibandingkan dengan material keramik masih relatif lebih tinggi.

KESIMPULAN

Genteng berserat TKKS merupakan modifikasi genteng beton dengan cara rekayasa bahan penyusunnya. Dengan cara substitusi serat dan eliminasi pasir maka genteng menjadi lebih ringan dan dapat mengurangi keruntuhan secara langsung. Kerapatan genteng memenuhi standar JIS A 5417-1992, sementara kemampuan genteng berserat TKKS masih tergolong material yang tidak mudah terbakar akan tetapi masih perlu diperbaiki sifat tersebut. Meskipun demikian genteng berserat TKKS masih layak digunakan sebagai atap rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriyati A.H., 2007, Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Papan Serat Semen, Jurnal Permukiman Volume 2 No. 3 Desember 2007.
- [2] ASTM E84, Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials, American Society for Testing and Materials
- [3] BPS, 2012, Indonesia Dalam Angka, Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, Jakarta.
- [4] Gurning, N., A.P.Tetuko, dan P. Sebayang, 2013, Pembuatan Beton Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit, TELAAH Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Akreditasi LIPI Nomor :377/E/2013.
- [5] Hambali, E., S. Mujdalipah, A. H. Tambunan, A. W. Pattiwiri dan Roy H. 2007. Teknologi Bioenergi. Agromedia Pustaka : Jakarta.
- [6] Handayani,Sri, 2010, “Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji”, Tinjauan terhadap buku Bahan Mentah untuk Membuat Keramik, oleh Hartono. Teknik Sipil dan Perencanaan vol. 12, no.1.
- [7] Iriani, P. I., 2009. Kajian Awal Biokonversi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Menjadi Etanol Melalui Skarifikasi dan Fermentasi Alkoholik. Diakses dari <http://www.sith.itob.ac.id> pada tanggal 16 April 2012.
- [8] Isaacs, dan Alan, 1994, Kamus Lengkap FISIKA, Erlangga.
- [9] Japanese Standarts Association (JSA), 1992, Japanese Industrial Standarts JIS A 5417 : 1992, Cementboards Japan : Japanese Standarts Association.
- [10] Mujtahid, 2010, Pengaruh Ukuran Serbuk Aren Terhadap Kekuatan Bending Densitas dan Hambatan Panas Komposit Semen-Serbuk Aren, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [11] Satwiko, P., 2009, Fisika Bangunan, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [12] Sibarani, I.P., 2011. Karakteristik Papan Semen dari Tiga Jenis Bambu dengan Penambahan Katalis Magnesium Klorida (MgCl₂), Skripsi, Medan.
- [13] Tarkono, Hadi Ali, 2015, Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dalam Produksi Eternit Yang Ramah Lingkungan, Jurnal Sain Teknonogi dan Lingkungan (JSTL) Unram, Volume 1 / Nomor 1/ Tahun 2015.
- [14] Tarkono, Hadi Ali, 2016, Pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS) sebagai bahan Teknik , Jurnal Ilmiah Teknik Mesin “ROTOR” Universitas Jember , Volume 9 / Nomor 2/ Tahun 2016. P. 94-99.